poche nathan

monde en poche

S. Pouts Lajus
A. Deledicq

Un micro-ordinateur
et ses secrets

S. POUTS LAJUS A. DELEDICQ

Un micro-ordinateur

et ses secrets

Illustrations de
Jean-Pierre Lacroux

MONDE EN POCHE/NATHAN
Collection dirigée par Daniel Sassier

Introduction 3

Un micro-ordinateur au doigt et à l'œil 5
Sous le clavier – L'écran.

Premier coup d'œil à l'intérieur d'un micro-ordinateur 12
Les puces et les bus – Le système binaire.

Deuxième coup d'œil à l'intérieur d'un micro-ordinateur 19
Qu'est-ce qu'un microprocesseur ?
Qu'est-ce qu'un transistor ?
De quoi est fait le microprocesseur ?
Comment travaille le microprocesseur ?

Les mémoires 29
La mémoire d'un micro-ordinateur.
Les mémoires vives et les mémoires mortes.
Comment le microprocesseur utilise ses mémoires.

Les codages 42
En informatique : le code ASCII.

Tout autour du micro-ordinateur 48
Les périphériques – Le magnétophone – Le lecteur de disquettes – L'imprimante – La table traçante – La manette de jeu – La souris – Le crayon optique – Le téléphone.

Mini-dictionnaire 67

Solutions des énigmes 69

© Éditions Fernand Nathan 1984

Introduction

On entend dire partout que les ordinateurs fascinent les enfants. Il arrive même que certains jeunes soient si habiles avec leur micro-ordinateur que les adultes n'en reviennent pas !

Les ordinateurs nous ont déjà beaucoup étonnés. Le premier est né il y a moins de quarante ans et depuis, les progrès réalisés ont été si extraordinaires que personne n'aurait jamais pu les prévoir.

Les enfants d'aujourd'hui sont nés dans un monde où les ordinateurs poussent comme des champignons. Ils ne s'en effraient pas, et ils ont bien raison...

Comme chacun le sait, la curiosité n'est pas toujours un vilain défaut. Sous le clavier d'un micro-ordinateur, il doit se passer des choses bien intéressantes. Bien compliquées aussi ? Peut-être...

En tout cas, il serait difficile de résister à l'envie de savoir ce qui s'y passe.

Demandez à vos parents. Un jour, lorsqu'ils étaient enfants, sur la table de la cuisine, ils ont démonté un réveil : des ressorts leur ont sauté au

visage et ils ont été incapables de les remettre en place ; peut-être ont-ils été grondés ?

Dans un micro-ordinateur, il n'y a pas de ressorts qui vous sautent au visage, mais des "puces" inoffensives et qui ne piquent pas.

Nous allons y jeter un coup d'œil...

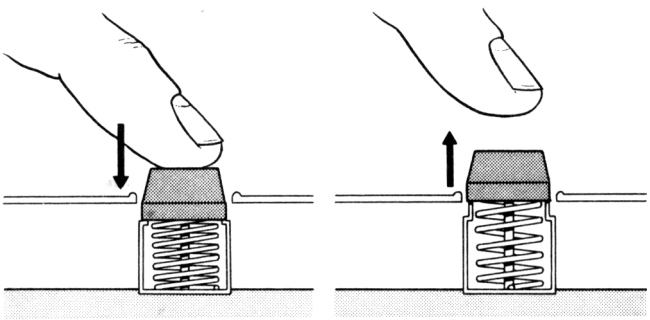
Un micro-ordinateur au doigt et à l'œil

Sous le clavier

Le clavier d'un micro-ordinateur ressemble beaucoup à celui d'une machine à écrire. On y trouve les vingt-six lettres de l'alphabet, les dix chiffres et quelques autres signes.

Quand on est devant un clavier, que ce soit celui d'un micro-ordinateur ou celui d'un piano, on a toujours envie de taper sur les touches. Essayons.

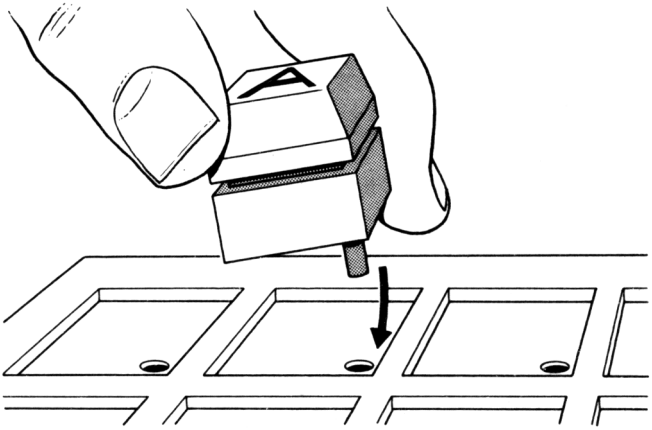
Quand j'appuie, la touche s'enfonce ; quand je



relâche, elle remonte. Sous la touche, il y a donc un ressort.

Au moment où le ressort est enfoncé, il faut que l'ordinateur enregistre quelle touche a été appuyée : est-ce un A, un Z ou un 7 ? Sous le ressort, il y a un contact électrique.

Le contact a lieu au moment précis où la touche est enfoncée.



Le micro-ordinateur est capable de repérer l'endroit du contact ; il traduit ensuite cet endroit par un code qu'il pourra exploiter : si c'est un nombre, il pourra faire des calculs avec ce nombre.

Il ne faudrait pourtant pas croire que le micro-

ordinateur est comme une machine à écrire ou un piano.

Voici une différence importante.

Tant que personne ne tape sur les touches d'un piano, il ne se passe rien. C'est la même chose pour une machine à écrire. On peut dire que ces appareils sont constamment en train d'attendre qu'on appuie sur leurs touches. Pendant ce temps, ils ne font rien.

Pour un micro-ordinateur, c'est très différent.

Il est toujours très occupé et ne peut pas passer son temps à surveiller le clavier.

Lorsque le clavier est inerte, il travaille dans son coin sans s'en occuper. Si je tape sur un 7, un signal d'alarme retentit ; l'ordinateur abandonne ses activités puis va voir au clavier ce qui vient de se passer. Il enregistre le 7 et retourne à ses occupations.

Si vous tapez très rapidement sur le clavier, vous pourriez croire que l'ordinateur va être dérangé tellement souvent qu'il n'aura plus le temps de faire autre chose. Pas du tout !

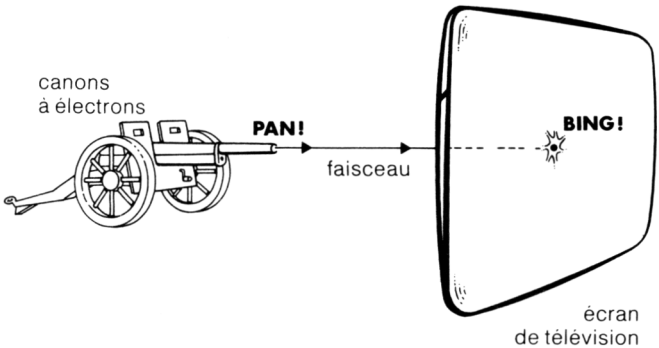
L'ordinateur est tellement rapide qu'il peut exécuter des milliers d'instructions entre deux visites du clavier. Même si c'est la secrétaire la plus rapide du monde qui le dérange !

Le cuisinier ordinateur est très occupé. On sonne à la porte. C'est monsieur Clavier qui apporte un 7. Le cuisinier le pose sur la table et reprend son travail.

L'écran

QUELQUES MOTS SUR LA TÉLÉVISION

La surface de l'écran est couverte d'une matière phosphorescente, c'est-à-dire une matière qui devient lumineuse lorsqu'elle reçoit un faisceau d'électrons (une sorte de rayon électrique).



Le canon balaie l'écran, ligne par ligne, à une très grande vitesse : en une seule seconde, l'écran est balayé 25 fois !

L'impact d'un faisceau sur l'écran est un petit point lumineux qu'on appelle un *pixel**. Si un point doit rester éteint, le faisceau est coupé lorsque le canon le vise.

Lorsque vous regardez une émission de télévision, vous voyez en même temps 1 200 000 pixels

* Pixel est un mot fabriqué à partir de l'expression anglaise "Picture Element" qui signifie : morceau d'image.

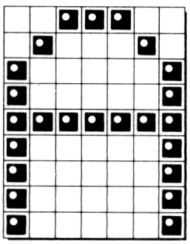
sur l'écran. Si c'est une image d'ordinateur, il n'y a que 60 000 pixels, mais c'est déjà beaucoup.

ÉCRIRE UN A

Il y a beaucoup de façons d'écrire la lettre A :

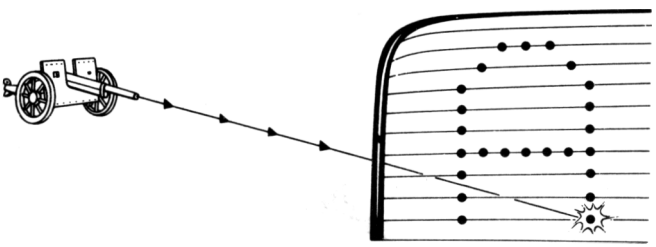
A a **A a** **A a** *A a* **A a** *a* *a*

Voici le A tel que l'écrit le micro-ordinateur :



Chaque point de ce quadrillage représente un pixel. Certains doivent être allumés, d'autres éteints.

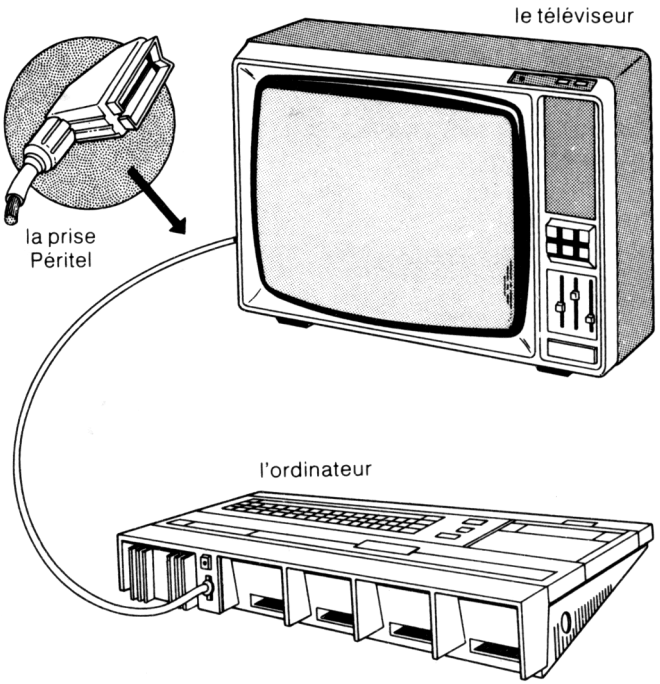
Lorsque vous appuyez sur la touche du clavier marquée A, le micro-ordinateur envoie une série



d'ordres au canon à électrons pour qu'il allume certains pixels.

Pour écrire ce A, le téléviseur a dû recevoir $9 \times 7 = 63$ informations : allumer ou éteindre chacun des 63 pixels.

L'ordinateur envoie ces informations à travers un câble qui s'adapte sur le poste de télévision par la prise *Péritel.*

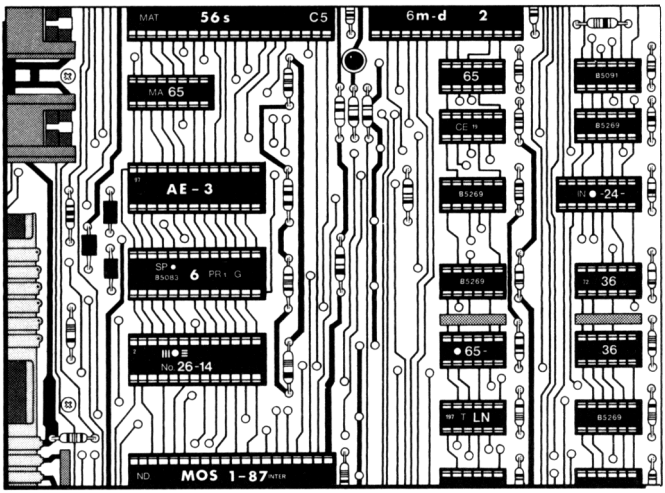


Premier coup d'œil à l'intérieur d'un micro-ordinateur

Ouvrons le capot d'un micro-ordinateur comme on ouvrirait celui d'une voiture.

Première surprise : il y a beaucoup de vide ! Ce qui n'est pas vide paraît très compliqué. Comment s'y retrouver ?

Vue d'ensemble

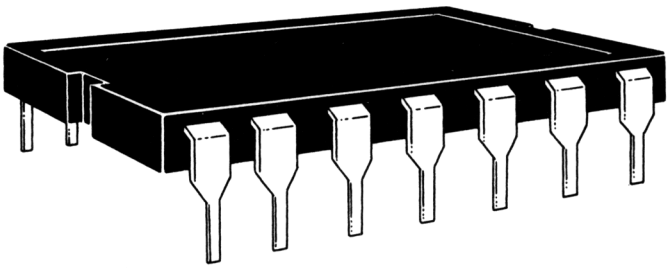


Ce qui compte vraiment dans un ordinateur et qui est difficile à réaliser, c'est la communication. *N'est-ce pas la même chose entre les hommes ?*

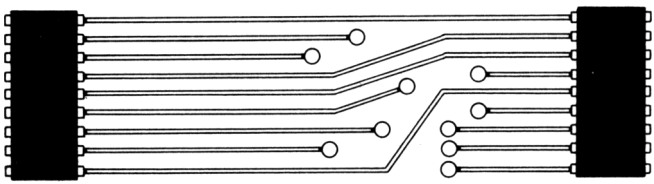
Les puces et les bus

Sur un socle, on distingue à première vue deux sortes d'objets.

1. De petites boîtes noires avec des pattes enfoncées dans le socle : ce sont les *puces*.



2. Des fils, coulés dans le socle, qui relient entre elles les petites boîtes noires : ce sont les *bus*.



On peut retenir ceci : il se passe des choses importantes dans les puces ; les bus permettent aux puces de *communiquer* entre elles.

Dans les bus, les échanges se font à une telle vitesse qu'il est difficile de s'en faire une idée précise : la durée d'un échange est d'environ un millionième de seconde !

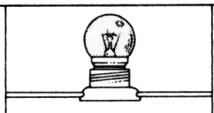
Pour vous donner une idée plus précise :

Ce que l'ordinateur fait en :	*1 SECONDE*	*1 MINUTE*
je le fais en : (sans jamais me reposer)	*10 JOURS*	*20 MOIS*

Les puces s'envoient des messages à travers les bus en utilisant un codage bien particulier : le *système binaire.* Nous allons regarder cela de plus près.

Le système binaire

Dans un fil électrique, de deux choses l'une :

		CODE
Le courant ne passe pas		Ø
Le courant passe		1

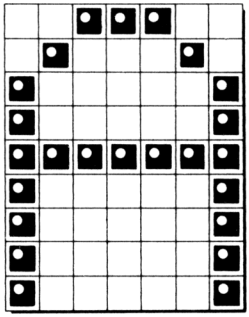
Les ordinateurs ne reconnaissent que ces deux chiffres : Ø et 1. C'est suffisant pour donner une information que les informaticiens appellent un *bit.*

Ainsi l'ordinateur peut envoyer au téléviseur une série de 63 signaux pour lui faire écrire un A.

1 pour point allumé - Ø pour point éteint.

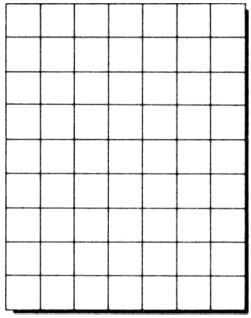
Les 63 bits, ligne par ligne :

ØØ111ØØ
Ø1ØØØ1Ø
1ØØØØØ1
1ØØØØØ1
1111111
1ØØØØØ1
1ØØØØØ1
1ØØØØØ1
1ØØØØØ1



Question : Vous êtes le téléviseur, je suis l'ordinateur. À quelle lettre correspond ce message ?

1111110
1ØØØØØ1
1ØØØØØ1
1ØØØØØ1
1111110
1ØØ1ØØØ
1ØØØ1ØØ
1ØØØØ1Ø
1ØØØØØ1



Remplir cette grille ligne par ligne en commençant par le haut.

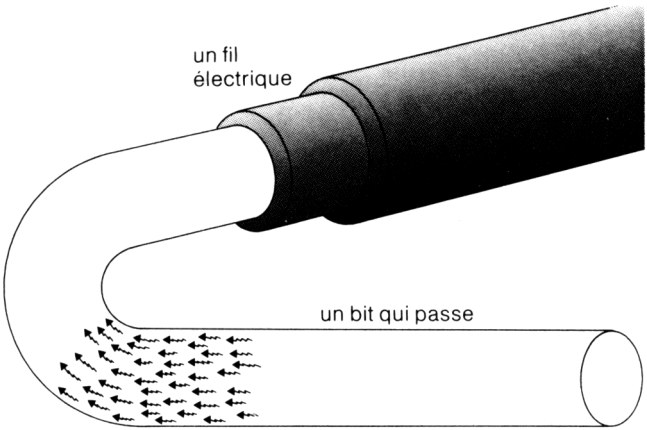
(Solution p. 69)

QU'EST-CE QU'UN BIT ?

Les électrons *sont de très petites particules, tellement petites qu'on ne pourra jamais les voir. Ils ont cette particularité étonnante de ne jamais tenir en place ; ils sont toujours en mouvement. Mais ce qui est vraiment étonnant, c'est qu'ils courent à une vitesse inouïe : dans un fil électrique, les électrons se déplacent à près de 300 000 km par seconde ! En une seule seconde, un électron pourrait faire plus de 7 fois le tour de la Terre !*

Si un seul électron se déplace dans un fil, on ne se rend compte de rien.

Par contre, si plusieurs milliards d'électrons passent ensemble dans un fil, on peut le sentir : c'est un bit.



Dans un fil, un bit est donc un groupe de plusieurs milliards d'électrons qui se déplacent.

LES NOMBRES DANS LE SYSTÈME BINAIRE

Certains nombres ne s'écrivent qu'avec des 0 et des 1 : 10, 11, 100, 101001. Mais pas tous ! Comment peut-on écrire 15 et 148 rien qu'avec des 0 et des 1 ?

Voici comment procéder :

– Écrire dans une colonne la liste des nombres qui ne contiennent que des 0 et des 1, du plus petit au plus grand.

– Écrire en face de chacun de ces nombres, les nombres ordinaires du système décimal, du plus petit au plus grand.

B	D
0	**0**
1	**1**

B	D
10	**2**
11	**3**

B	D
100	**4**
101	**5**
110	**6**
111	**7**

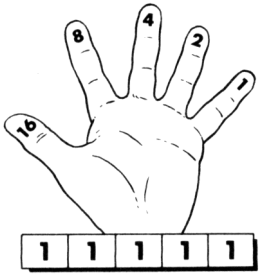
B	D
1000	**8**
1001	**9**
1010	**10**
1011	**11**
1100	**12**
1101	**13**
1110	**14**
1111	**15**

B. pour binaire
D. pour décimal

On peut poursuivre cette liste aussi loin que l'on veut : 10010111 se trouvera en face de 151.

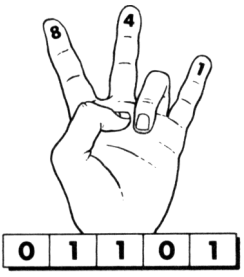
Heureusement, il existe des méthodes simples pour passer d'un nombre binaire à un nombre décimal, sans écrire toute la liste !

COMPTER SUR SES DOIGTS



code binaire

Un nombre est écrit sur chaque doigt de cette main. Lorsqu'ils sont tous levés, ils représentent le nombre 31 car :
16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 31



code binaire

Voici le nombre 13 :

Saurez-vous faire avec votre main, le nombre 20 et le nombre 27 ?

(Solution p. 69)

Deuxième coup d'œil à l'intérieur d'un micro-ordinateur

Imaginons que vous ayez un regard particulièrement perçant et que vous puissiez voir les bits défiler dans les bus. Il en passe un million par seconde, mais par un fantastique prodige vous parvenez à les percevoir.

Au début, vous avez l'impression qu'ils vont dans tous les sens, sans beaucoup d'ordre. Mais au bout d'un moment, vous réalisez que l'une des boîtes noires, l'une des puces, semble jouer le rôle d'un chef d'orchestre.

Tout part d'elle. Tout lui revient. C'est elle qui dirige la manœuvre.

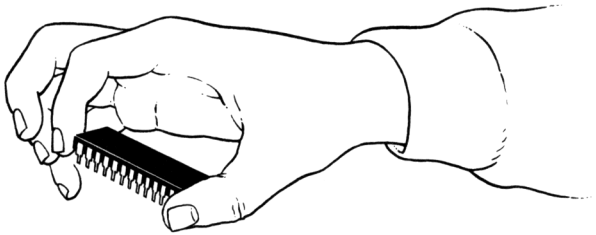
Elle n'est pas plus grande que les autres, mais c'est bien elle le cœur de la machine. Vous sentez bien que si vous l'ôtiez du socle, le micro-ordinateur serait sans vie.

Comment se peut-il qu'une si petite boîte puisse régler à elle seule une activité si importante ?

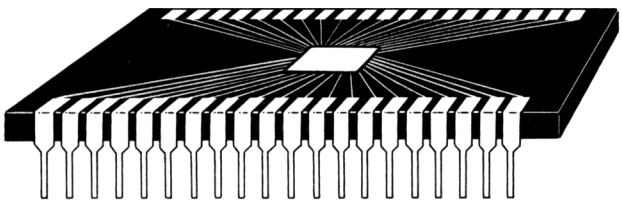
Quel est le nom de cette puce étonnante ? C'est le *microprocesseur*. Il est le chef.

Qu'est-ce qu'un microprocesseur ?

Il est facile de détacher le microprocesseur de la carte sur laquelle il est installé.



Cette petite boîte noire mesure environ 5 cm sur 2 cm. En fait, le microprocesseur est encore plus petit que vous ne l'imaginiez. Sur la boîte, il y a un couvercle. Enlevons-le.



le microprocesseur

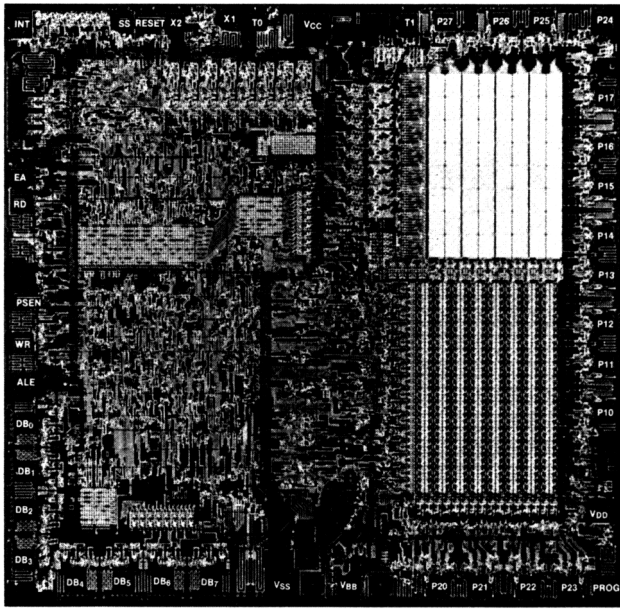
Au centre du boîtier, vous voyez un petit carré de métal ; il mesure environ 5 mm de côté. C'est

le microprocesseur ! Il est relié aux pattes du support par des fils : un fil par patte.

Notre curiosité nous a amené jusqu'à cet objet étonnant : il est petit, mais c'est lui le maître du jeu. Comment pourriez-vous résister à l'envie d'en savoir plus ?

Malheureusement, nos yeux sont incapables de voir comment est fait le microprocesseur. Nous l'avons donc placé dans un microscope.

Voici ce que nous y avons vu :



Vous attendiez-vous à découvrir quelque chose d'aussi compliqué ?

– Oui, car le microprocesseur est le chef d'orchestre de l'ordinateur ;

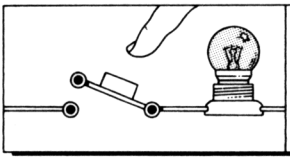
– Non, car il est si petit !

Nous allons essayer de nous retrouver dans cette jungle. Elle n'est pas peuplée de grands fauves dangereux mais d'inoffensifs petits objets : les *transistors.*

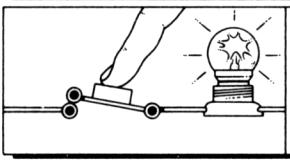
Qu'est-ce qu'un transistor ?

Le transistor est un interrupteur.

Vous connaissez déjà les interrupteurs qui permettent d'allumer et d'éteindre les lampes.

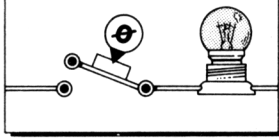


l'interrupteur est ouvert.
le courant ne passe pas.
la lampe ne s'allume pas.

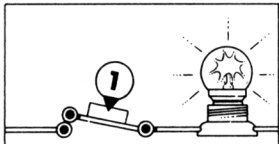


l'interrupteur est fermé.
le courant passe.
la lampe s'allume.

Le transistor est un interrupteur automatique commandé, non pas par la main d'un homme mais par un bit...



le bit vaut Ø.
l'interrupteur reste ouvert.
le courant ne passe pas.
la lampe ne s'allume pas.



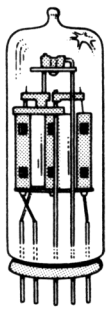
le bit vaut 1.
l'interrupteur se ferme.
le courant passe.
la lampe s'allume.

HIER ET AUJOURD'HUI

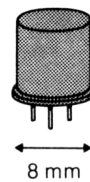
Avant que le transistor ne fût inventé (vers 1948), on utilisait des lampes à vide : ainsi les postes radio de nos grands-parents étaient-ils de gros meubles fragiles, pleins de ces fameuses lampes à vide.

Aujourd'hui, les postes de radio sont beaucoup plus petits et beaucoup moins fragiles : on les appelle d'ailleurs souvent des transistors !

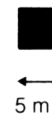
Entre la lampe à vide et les transistors du microprocesseur, le progrès est fantastique.



une lampe
à vide
(1940)



un transistor
(1950)



50 000
transistors
sur un
microprocesseur
(1984)

De quoi est fait le microprocesseur ?

Il y a sur les 25 mm² d'un microprocesseur d'aujourd'hui près de 50 000 transistors !

Ils sont reliés les uns aux autres et communiquent des informations sous forme de *bits*. Ce circuit inextricable s'appelle un *circuit intégré*. Sa fabrication est une affaire très délicate et utilise un métal aux propriétés rares : le *silicium*.

Nous avons dit que le microprocesseur est un chef d'orchestre. Il dispose d'un métronome qui lui donne le rythme : c'est une minuscule horloge à quartz qui bat à un rythme très rapide.

Le métronome du microprocesseur bat 3 millions de fois par seconde !

Si un vrai chef d'orchestre empruntait le métronome du microprocesseur, au lieu de jouer une symphonie en 30 minutes, il pourrait la jouer 170 fois en 1 seconde !

Comment travaille le microprocesseur ?

Que peut-on demander à un microprocesseur ?

De faire des opérations évidemment !

Par exemple, une multiplication assez difficile comme 578 × 46. Vous-même, comment effec-

tuez-vous cette opération ? Vous commencez par 6×8. Vous devez donc savoir vos tables de multiplication. Pour être capable de faire toutes les multiplications, il faut apprendre les tables de multiplication, c'est-à-dire savoir multiplier un chiffre par un autre chiffre.

Eh bien, le microprocesseur procède exactement de la même façon que vous : il doit savoir ses tables de multiplication !

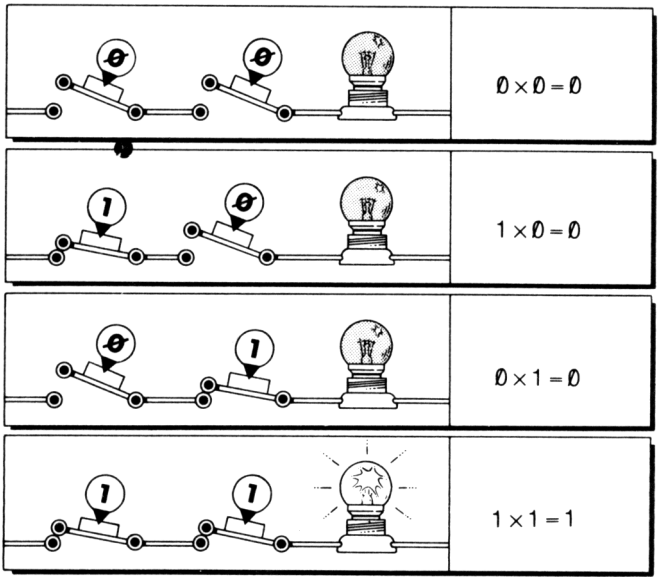
Heureusement pour lui, il ne connaît que deux chiffres Ø et 1. Il n'a donc que deux tables à apprendre, la table des Ø et la table des 1.

Table des Ø	Table des 1
$Ø \times Ø = Ø$	$Ø \times 1 = Ø$
$1 \times Ø = Ø$	$1 \times 1 = 1$

Pas très difficile...

Les électroniciens ont inventé une petite machine à apprendre les tables de multiplication. Elle est simplement composée de deux transistors l'un derrière l'autre.

Voici la machine en action qui récite ses tables.



Mais cela ne suffit pas. Pour faire correctement une multiplication, il faut savoir additionner.

C'est un peu bizarre, mais il est plus difficile d'apprendre au microprocesseur ses tables d'addition. Vous allez comprendre pourquoi.

Table des 0	Table des 1
0 + 0 = 0	0 + 1 = 0
1 + 0 = 0	1 + 1 = 10

Peut-être que ce 1 + 1 = 10 vous surprend. Pour vous, 1 + 1 devrait être égal à 2. Mais rappelez-vous, le microprocesseur ne connaît que 0 et 1. Pour lui justement, 2 s'écrit 10. C'est ce résultat à deux chiffres qui rend l'opération d'addition plus difficile.

Les électroniciens, qui sont des gens ingénieux, ont inventé une machine qui sait faire les additions. Elle est un peu trop compliquée pour que nous en parlions ici.

En enchaînant les unes aux autres un grand nombre de machines à additionner et de machines à multiplier, on peut demander au microprocesseur d'effectuer toutes sortes d'opérations, des soustractions et des divisions avec beaucoup de chiffres.

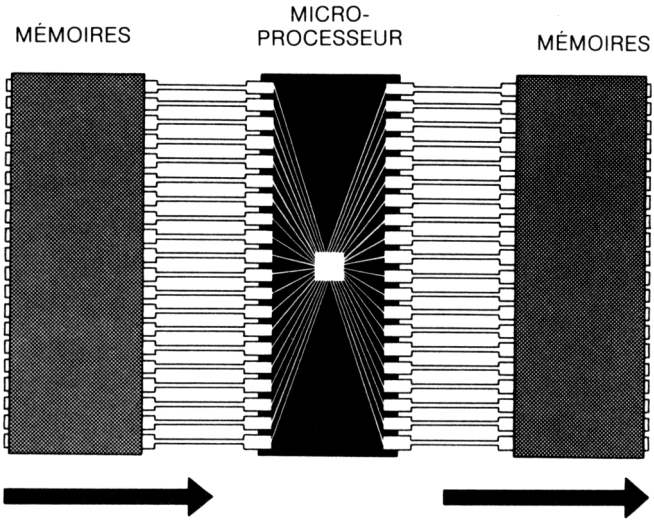
Ce que vous voyez sur la photo de la page 21, c'est l'ensemble de ces petites machines ; il y en a plus de 10 000. Vous imaginez que le trajet des bits dans un tel circuit est très compliqué. Mais n'oubliez pas la grande vitesse des bits : 300 000 kilomètres par seconde. Ils iraient de la Terre à la Lune en à peine plus d'une seconde ! Les 25 mm^2 du microprocesseur ne leur font donc pas peur.

Le secret du microprocesseur, c'est la vitesse.

Pourtant, il lui manque une qualité : il n'a pas beaucoup de mémoire.

À vrai dire, lorsqu'il a effectué une opération, il ne sait pas quoi faire du résultat. Il doit s'en débarrasser pour s'attaquer à une autre opération.

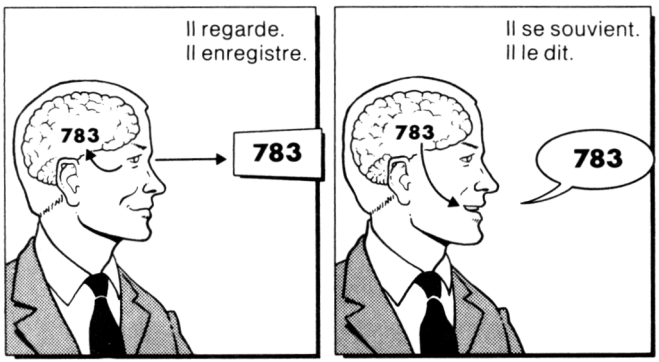
Il a donc besoin d'assistants qui vont retenir pour lui les résultats de ses calculs : ce sont les *mémoires.*



Nous allons expliquer le rôle de ces mémoires.

Les mémoires

LA MÉMOIRE D'UN HOMME



Vous utilisez votre mémoire pour retenir des noms, des images, des nombres, des musiques. C'est comme si tous ces souvenirs étaient enregistrés, fixés dans votre cerveau. Certains y sont installés pour toujours : votre nom, les tables de multiplication...

D'autres souvenirs ne restent que quelque temps : la liste des commissions, le visage d'un passant...

LA MÉMOIRE DES HOMMES

À la fin de leur vie, certaines personnes écrivent leurs Mémoires, racontent leur vie, leurs aventures, leurs idées, leurs découvertes. D'autres personnes peuvent les lire. Ainsi, les souvenirs d'un homme sont-ils transmis à d'autres hommes.

Les bibliothèques sont la mémoire de l'humanité. Elle peut traverser les siècles sans jamais être oubliée. Aujourd'hui, il existe beaucoup d'autres moyens techniques pour conserver les souvenirs :

– Les disques et les bandes magnétiques pour fixer les sons.

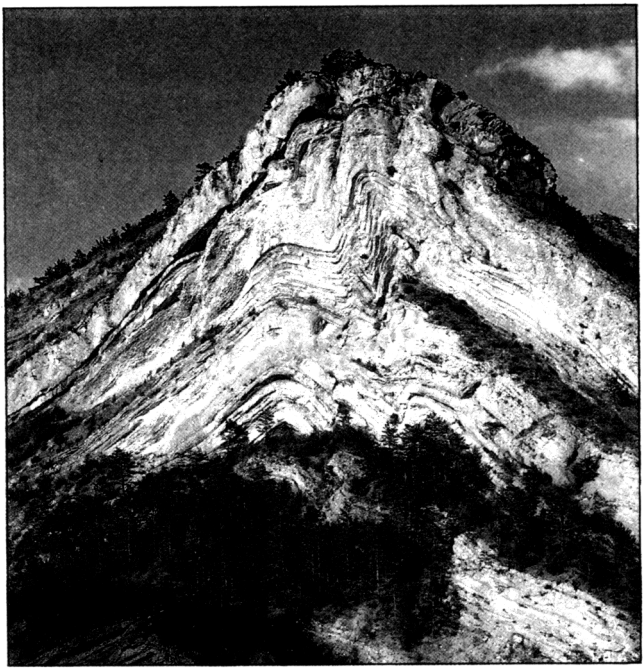
– Les photos et les films pour fixer les images.

Histoire du Petit Poucet

On emmène le Petit Poucet et ses frères pour les perdre dans la forêt. La route est longue et tortueuse. Le Petit Poucet sait qu'il ne s'en souviendra pas. Il sème des cailloux blancs sur le chemin. En les suivant, il pourra sortir de la forêt.

Les cailloux ont inscrit sur le sol le souvenir du chemin suivi. Ils sont la mémoire du Petit Poucet.

LA MÉMOIRE D'UNE MONTAGNE

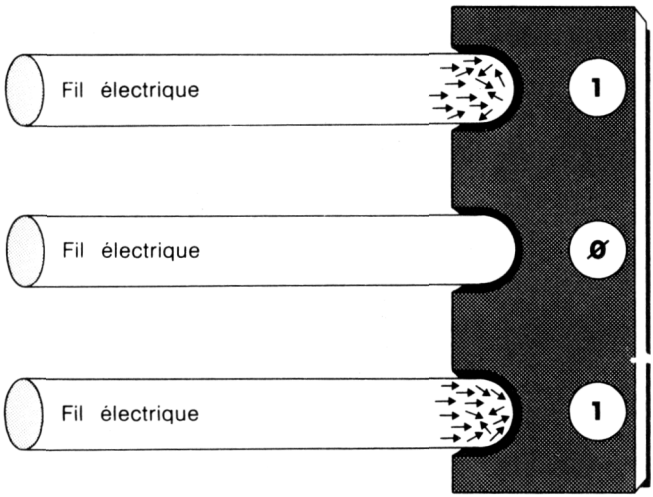


Regardez cette montagne. Sa forme, les couches de terrain racontent toute son histoire depuis sa naissance il y a plusieurs millions d'années. Dans ses grottes, on découvre des fossiles, des squelettes d'hommes préhistoriques qui racontent la vie de ceux qui ont vécu sur cette montagne.

Les objets aussi ont une mémoire, mais il n'est pas toujours facile de la lire.

LES BITS PRIS AU PIÈGE DE LA MÉMOIRE

Nous l'avons dit plus haut : les bits ne tiennent pas en place, ils courent sans cesse à travers les fils à des vitesses prodigieuses. Pour les coincer, il suffit de les envoyer dans un cul-de-sac.



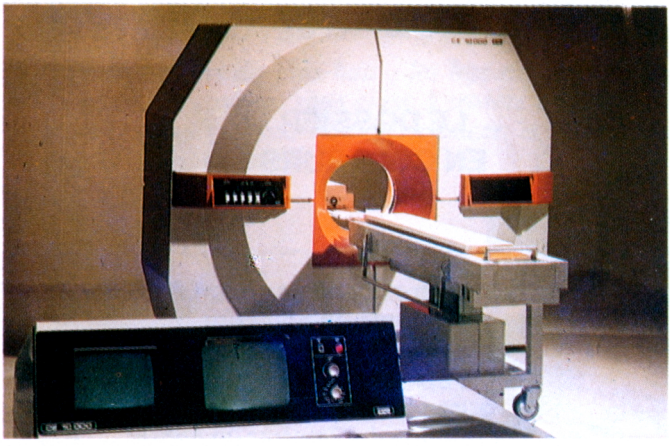
En réalité le cul-de-sac est une sorte de piège réalisé à partir de quelques transistors.

De cette façon, il est possible de conserver, de mettre en mémoire un nombre binaire : sur notre dessin, c'est 101.

À vrai dire, même lorsqu'ils sont ainsi pris au piège, les électrons ont toujours tendance à s'échapper. Le micro-ordinateur doit les surveiller : il réactive sans cesse les cases où se trouvent les bits pris au piège. On dit alors que le micro-ordinateur "rafraîchit" sa mémoire.

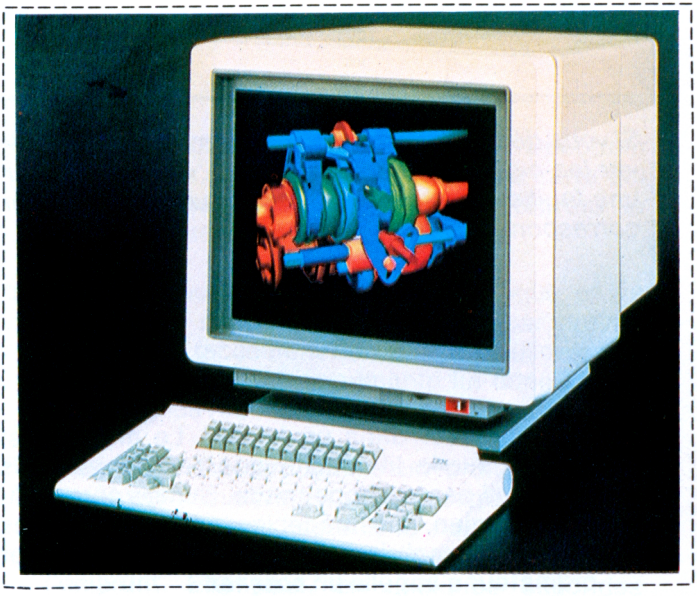
LE DOSSIER EN COULEURS

Vous trouverez dans ces pages
des documents en couleurs.
Vous pouvez les découper, soigneusement,
sans abîmer votre livre.
Vous aurez ainsi des vignettes
qui vous permettront d'illustrer un cahier,
un exposé,
un panneau pour la classe
ou votre chambre...

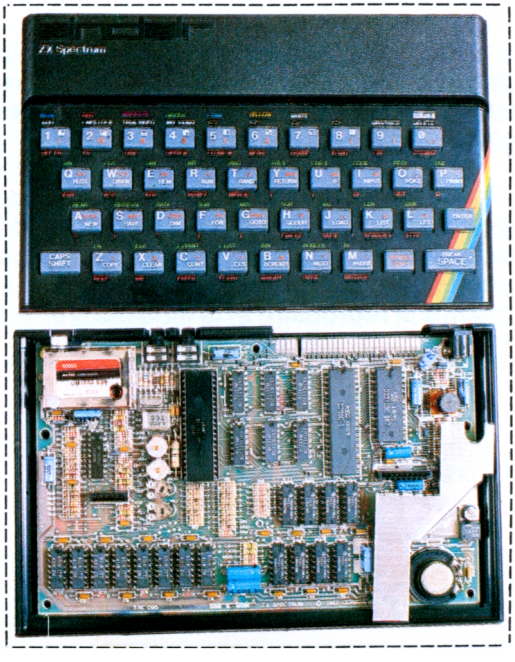


1

2



3



4

Si vous découpez ce dossier, commencez par relever les numéros des illustrations... et recopiez sur une feuille ces légendes. Vous saurez ainsi à quoi correspond chaque vignette.

1. Un ordinateur dans un hôpital. Le malade est allongé sur le lit roulant que l'on glisse dans l'appareil par la trappe ronde. Sur les écrans du premier plan, les médecins peuvent voir des images très précises de l'intérieur du corps. Cet ordinateur s'appelle un *scanner.*

2. Une salle d'ordinateur. Les armoires du fond contiennent les mémoires et les programmes enregistrés. Les écrans et les claviers du premier plan permettent de communiquer avec eux : ce sont des terminaux.

3. Cette image d'écran montre un montage mécanique réalisé grâce à un programme de *conception assistée par ordinateur.* Toute l'image est enregistrée dans les mémoires d'un ordinateur qui pourra la reproduire et la modifier à la demande.

4. Le micro-ordinateur anglais ZX-Spectrum démonté. Le clavier a été séparé de la carte qui supporte les différents circuits intégrés, le microprocesseur et les mémoires.

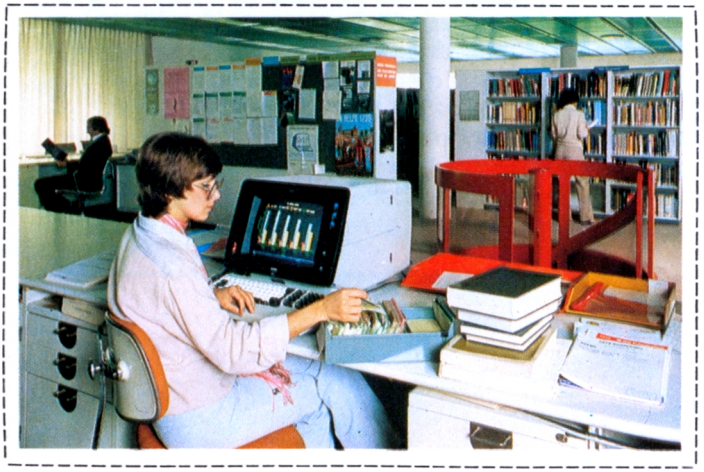
5. Cet ingénieur utilise un crayon optique et un programme de *conception assistée par ordinateur.* Il peut facilement corriger et améliorer son projet. Au fond, une imprimante lui donnera sur un *listing,* les résultats de son travail.

6. Cette bibliothécaire utilise un ordinateur pour son travail. Chaque livre est enregistré dans la mémoire : le titre, l'auteur, le numéro de référence, le nom de l'emprunteur et la date de l'emprunt. Elle peut, en quelques secondes connaître la liste des livres disponibles.

7. Le micro-ordinateur le plus célèbre et le plus ancien. L'Apple a été conçu aux États-Unis et est utilisé par des millions de gens dans tous les pays du monde. A droite du clavier, on peut voir deux lecteurs de disquettes.

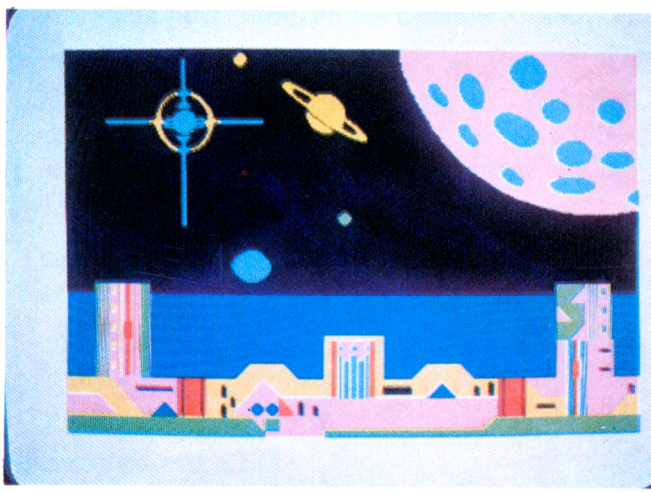
8. Une image pour un jeu sur micro-ordinateur. Chaque point de l'écran *(pixel)* est coloré de façon à reproduire cet étonnant paysage d'une ville de l'espace.

5



6

7



8

Références photographiques

Jean-Baptiste Touchard
C.G.R.
Apple
I.B.M.

La mémoire d'un micro-ordinateur

La mémoire d'un micro-ordinateur est un objet, une série de puces. Dans ces puces, on trouve encore des transistors, mais beaucoup moins que dans le microprocesseur. Il faut dire que la mémoire n'est que l'assistante du microprocesseur et que son travail est beaucoup plus simple.

Comme le Petit Poucet sème des cailloux blancs sur sa route, le microprocesseur sème des bits dans sa mémoire. Ils gardent ainsi le souvenir de leur chemin sinueux.

Les transistors de la mémoire sont organisés comme des tiroirs où le microprocesseur dépose des nombres puis retourne les chercher lorsqu'il en a besoin.

Dans chaque puce de mémoire, il y a 1 024 tiroirs. Chaque tiroir est numéroté de 1 à 1 024. Ce numéro s'appelle l'*adresse* du tiroir, de la *case mémoire.*

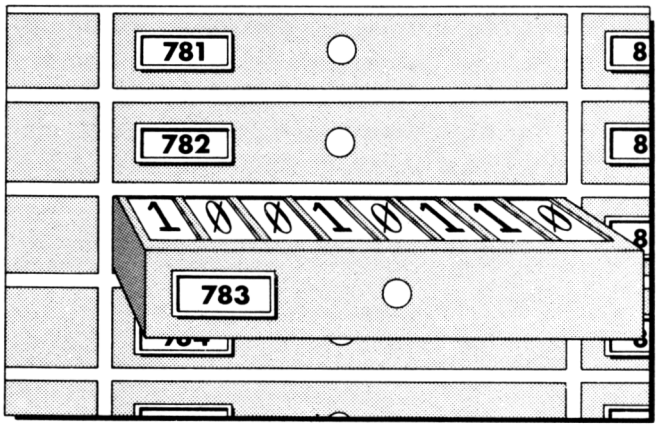
Dans chaque tiroir, il y a la place pour inscrire 8 bits, c'est-à-dire une série de 8 chiffres parmi Ø et 1. Ce nombre de 8 chiffres s'appelle un *octet.*

Voici un octet.

1	Ø	Ø	1	Ø	1	1	Ø	783

Voici son adresse : 783

Voici une partie de la mémoire. Dans le tiroir 783, le microprocesseur a déposé un octet.



Nous avons ouvert le tiroir 783.
Nous y avons trouvé un octet.

Les mémoires vives et les mémoires mortes

Pour bien comprendre comment fonctionnent les mémoires, il nous faut faire une expérience intéressante.

Vous savez sans doute que les micro-ordinateurs sont des appareils électriques, tout comme, par exemple, les aspirateurs.

Débranchez le micro-ordinateur : il ne fonctionne plus. Vous tapez sur les touches du clavier : rien n'apparaît sur l'écran. À présent, branchez-le.

Ouvrez le capot. Penchez-vous sur une puce mémoire et, délicatement, ouvrez les 1 024 tiroirs (il s'agit bien sûr d'une expérience imaginaire !).

Tous les tiroirs sont vides !

Plus exactement, dans ces 1 024 tiroirs, vous trouvez toujours le même octet :

0 0 0 0 0 0 0 0 .

Vous êtes en train d'explorer une *mémoire vive.* C'est une page blanche sur laquelle le microprocesseur va pouvoir inscrire ce qu'il faudra enregistrer. En débranchant, tous ces souvenirs disparaîtront et les cases mémoires seront prêtes à recevoir d'autres souvenirs.

Si toute votre mémoire était une mémoire vive, en vous réveillant le matin, vous ne sauriez vous souvenir ni de votre nom ni des tables de multiplication.

Chaque matin, il vous faudrait tout réapprendre.

Penchez-vous maintenant sur cette autre puce mémoire. Ouvrez délicatement l'un de ses 1 024 tiroirs. Vous y trouvez ce bel octet :
1 1 0 1 1 1 0 1 .

Ne résistez pas à la curiosité, ouvrez les autres tiroirs ; vous y trouverez d'autres beaux octets.

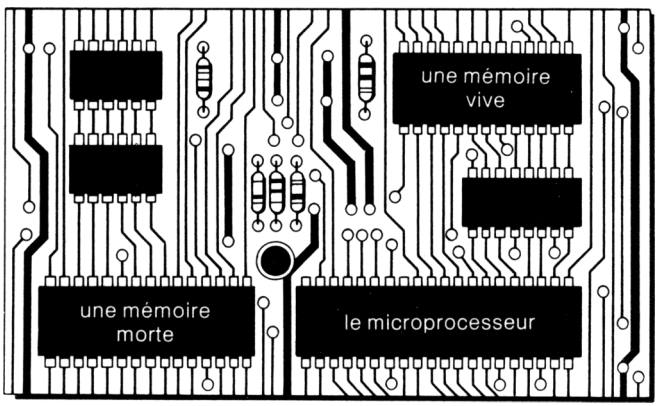
Vous êtes devant une mémoire morte. Les octets y sont inscrits définitivement, rien ne peut les

changer. Le microprocesseur pourra aller les consulter autant de fois qu'il lui sera nécessaire ; il ne pourra jamais les changer. Le *mémoire morte* est un livre imprimé. On peut le lire, il est impossible d'en changer les mots.

Si, un matin, toute votre mémoire devient une mémoire morte, vous n'oublierez plus jamais rien de ce que vous savez : votre nom, les tables de multiplication, votre leçon de géographie.

Mais, à partir de ce jour-là, vous ne pourrez plus jamais rien apprendre de nouveau...

Apparemment, rien ne distingue une mémoire vive d'une mémoire morte. Et pourtant...



POURQUOI LE MICROPROCESSEUR A-T-IL BESOIN D'UNE MÉMOIRE MORTE ?

Il est peut-être temps de vous le rappeler ; le microprocesseur est un objet. Comme une pierre, un aspirateur, une voiture. Si vous posez un microprocesseur sur votre table, il ne va pas se mettre tout seul à faire des multiplications ou à danser le rock and roll...

Pour que le microprocesseur puisse exécuter des opérations utiles, il faut lui donner des ordres. Les seuls ordres qu'il puisse comprendre sont une suite de Ø et de 1.

La mémoire morte contient donc une longue série d'ordres sous la forme d'octets rangés dans des cases mémoires.

Tous ces octets ont été déposés dans la mémoire morte par les ingénieurs qui ont conçu le micro-ordinateur. Chaque Ø et chaque 1 correspond à un ordre que le microprocesseur devra exécuter sagement. Cet ensemble d'ordres s'appelle un *programme.*

Lorsqu'il est branché, le microprocesseur va consulter le premier tiroir de la mémoire morte. Il y trouve des Ø et des 1 qui lui imposent d'exécuter certaines tâches : allumer l'écran, aller voir au clavier si rien ne s'est passé, etc. Puis il passe au tiroir suivant sans jamais s'arrêter.

Parfois, la mémoire morte lui donne l'ordre d'aller déposer des octets dans la mémoire vive... La grande valse commence.

Comment le microprocesseur utilise ses mémoires

Le microprocesseur et ses mémoires sont fixés sur un socle en plastique : la *carte microprocesseur.*

La communication entre toutes ces puces est assurée par les *bus,* qui sont des fils intégrés à la carte microprocesseur.

Dans ces bus, les bits circulent par groupes de huit à une fantastique vitesse : c'est la grande valse des octets.

Il est bien difficile de s'y retrouver.

Le microprocesseur, lui, s'y retrouve toujours. C'est un excellent chef d'orchestre, il ne perd jamais la musique, il lit très vite sa partition dans les mémoires mortes et range les notes dans les tiroirs de la mémoire vive sans jamais en égarer aucune.

À chaque moment, il doit savoir répondre à la question :

QUI fait QUOI, et OÙ ?

- La réponse à la question "QUI ?" circule dans les *bus de données.* Ils transportent des

octets qui représentent des nombres calculés par le microprocesseur.

- La réponse à la question "QUOI ?" circule dans les *bus de commandes.* Ils transportent des octets qui représentent des ordres d'opérations.

- La réponse à la question "OÙ ?" circule dans les *bus d'adresses.* Ils transportent des octets qui représentent les adresses des cases mémoires où le microprocesseur va lire et écrire des nombres.

Peut-être que tout cela vous paraît un peu compliqué. Eh bien, vous avez raison : la grande valse des octets est très compliquée !

Essayons sur un exemple de nous en faire une idée.

Voici comment le microprocesseur procède pour additionner deux nombres :

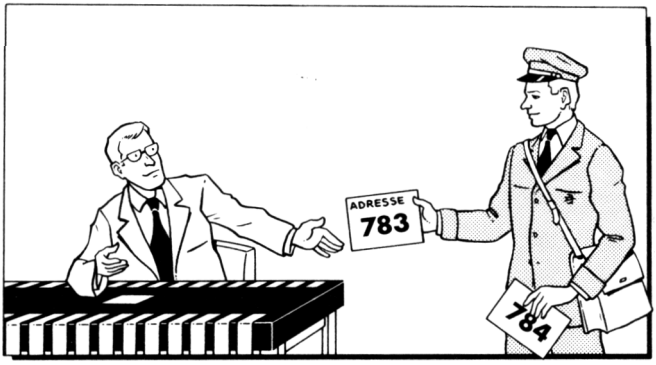
1. Il reçoit deux adresses de cases mémoires par le bus d'adresses ;

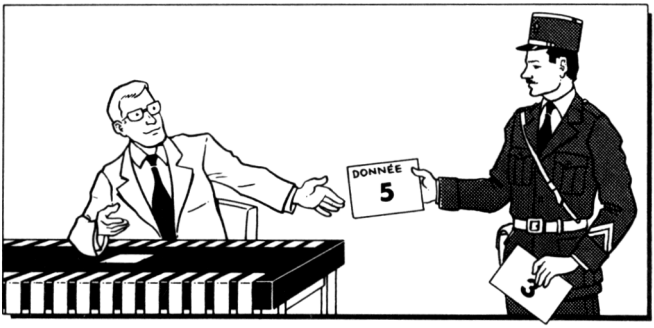
2. Il va lire les deux nombres contenus dans ces cases mémoires par le bus de données ;

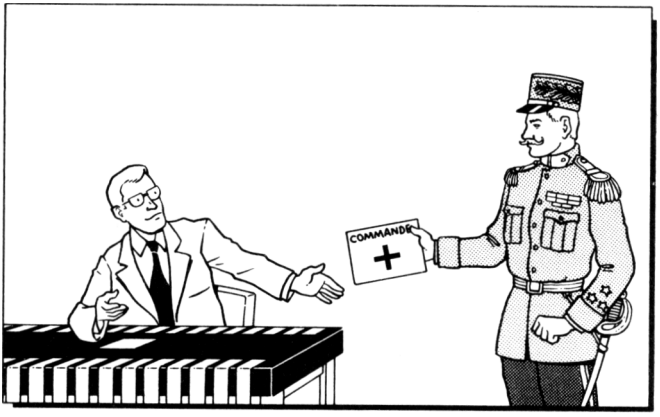
3. Il reçoit l'ordre de les additionner par le bus de commandes ;

4. Il les additionne tout seul ;

5. Il va ranger le résultat dans une case mémoire libre par le bus d'adresses et le bus de données.


ADRESSE
783
784


DONNÉE
5


COMMANDE
+

Sur ces dessins, les nombres sont écrits dans le système décimal : en réalité, le microprocesseur reçoit et envoie des nombres représentés dans le système binaire que nous avons décrit.

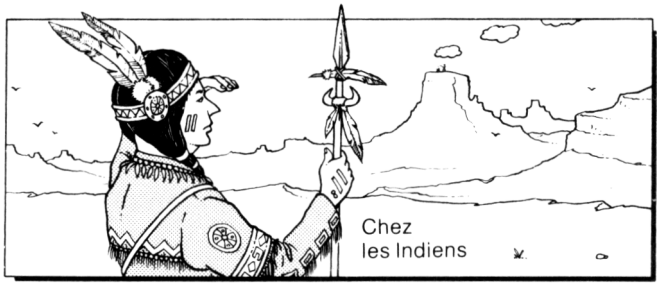
Cette remarque appelle une question : "On a vu que le système binaire permet de représenter tous les nombres ; peut-il également représenter les lettres et les ordres ?"

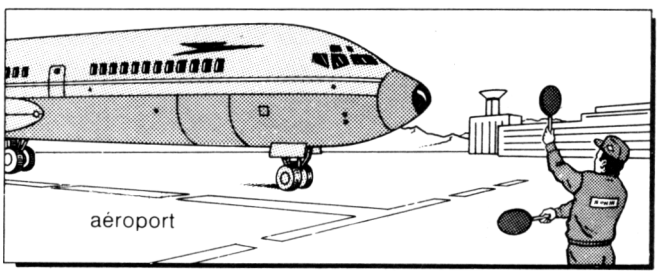
À vrai dire, les hommes n'ont pas attendu les ordinateurs pour résoudre les problèmes de codage. Le système binaire est un bon *codage* pour les ordinateurs. Avant, il y en avait d'autres...

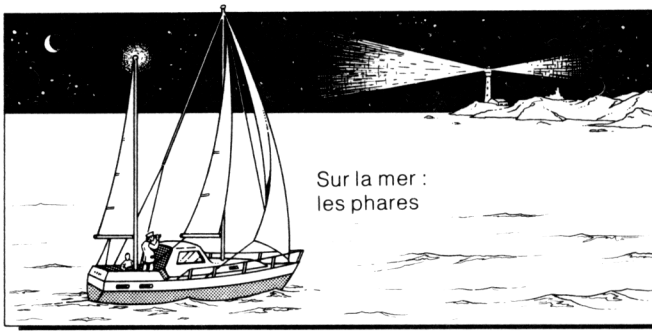
Les codages

Lorsque deux personnes veulent avoir une discussion et qu'il est impossible d'utiliser la voix ou l'écriture, il est nécessaire de faire appel à un système de codage.

En voici des exemples.







Sur la mer :
les phares

LE MORSE

Le télégraphe est l'ancêtre du téléphone. À cette époque, les fils électriques ne pouvaient pas encore transmettre le son d'une voix. Ils ne laissaient passer que des bruits simples :

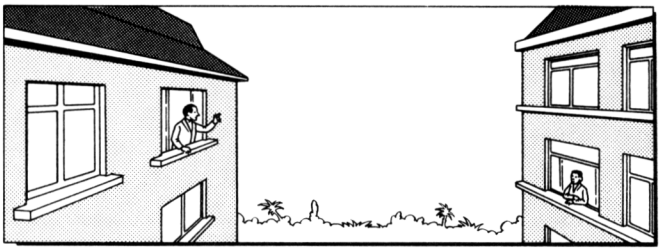
- *Un bruit court, représenté par* •
- *Un bruit long, représenté par* –

Samuel Morse avait donc inventé un codage astucieux pour les 26 lettres de l'alphabet.

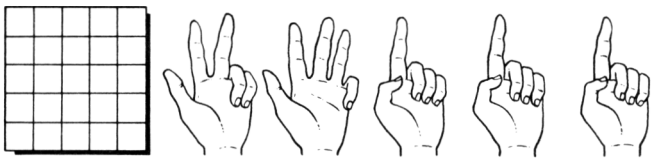
A	•–	*G*	––•	*M*	––	*T*	–
B	–•••	*H*	••••	*N*	–•	*U*	••–
C	–•–•	*I*	••	*O*	–––	*V*	•••–
D	–••	*J*	•–––	*P*	•––•	*W*	•––
E	•	*K*	–•–	*Q*	––•–	*X*	–••–
F	••–•	*L*	•–••	*R*	•–•	*Y*	–•––
				S	•••	*Z*	––••

Les télégraphistes, en ce temps-là, avaient une habileté extraordinaire pour envoyer ou recevoir des messages codés en morse.

UN DESSIN AVEC LES DOIGTS



Le personnage de gauche était en train de bricoler chez lui. Il adresse maintenant un message à son ami de l'immeuble d'en face. Avec ses doigts, il envoie un dessin que l'autre devra reconstituer sur une grille 5 × 5. Voici la grille et le message.



Savez-vous noircir les bonnes cases et trouver l'outil que le bricoleur réclame ?

(Solution p. 70)

En informatique : le code ASCII

Depuis 1970, tous les informaticiens utilisent le même codage pour représenter les lettres de l'alphabet et d'autres signes qui servent à la communication entre les hommes et les ordinateurs.

À chaque lettre correspond un nombre qui peut s'écrire dans le système décimal ou dans le système binaire.

	Décimal	Binaire
A	65	1000001
B	66	1000010
C	67	1000011
D	68	1000100
E	69	1000101
F	70	1000110
G	71	1000111
H	72	1001000
I	73	1001001
J	74	1001010
K	75	1001011
L	76	1001100
M	77	1001101
N	78	1001110
O	79	1001111
P	80	1010000
Q	81	1010001
R	82	1010010
S	83	1010011
T	84	1010100
U	85	1010101
V	86	1010110
W	87	1010111
X	88	1011000
Y	89	1011001
Z	90	1011010

MESSAGE

Pour séparer deux mots, on écrit un blanc, dont le code ASCII est 128.

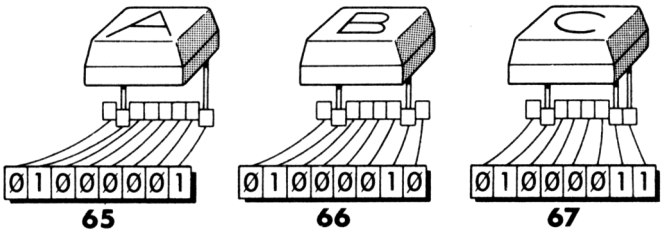
Pourrez-vous traduire ce message ?

66 - 73 - 69 - 78 - 86 - 69 - 78 - 85 - 69 - 128 - 68 -65 - 78 - 83 - 128 - 76 - 69 - 128 - 77 - 79 - 78 - 68 -69 - 128 - 68 - 69 - 83 - 128 - 79 - 82 - 68 - 73 - 78 -65 - 84 - 69 -85 - 82 - 83.

(Solution p. 70)

LE CLAVIER ET LE CODE ASCII

Lorsque vous appuyez sur la touche du clavier marquée A, le micro-ordinateur ne pourra comprendre qu'il s'agit d'un A que s'il est traduit dans le code ASCII : 1000001. Tout se passe comme si, sous chaque touche, se trouvaient huit contacts électriques. Lorsque vous enfoncez une touche, le courant passe dans certains fils et pas dans d'autres. En fonction du code qu'il reçoit, le micro-ordinateur reconnaît qu'il s'agit d'un A ou d'une autre lettre.



CODE ASCII

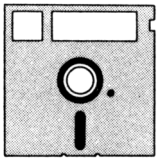
Grâce au code ASCII, le microprocesseur est capable de manipuler des lettres (on dit des *caractères)* aussi bien que des nombres. Il les range dans les mémoires exactement de la même façon que des nombres ; il peut les lire ou les modifier aussi facilement.

En rangeant des lettres bout à bout, en intercalant des espaces de temps en temps, on obtient des mots, des phrases, un langage.

Dans le langage du microprocesseur, les lettres sont les bits (Ø ou 1) ; les mots sont les octets (huit bits) ; le langage est l'ensemble des instructions rangées dans la mémoire morte.

Mais grâce aux immenses qualités du micro-ordinateur — la vitesse du microprocesseur, la quantité de cases mémoires —, il est capable d'apprendre d'autres langages.

L'étude de ces langages constitue une partie des sciences de l'informatique qui s'appelle : le *logiciel.*



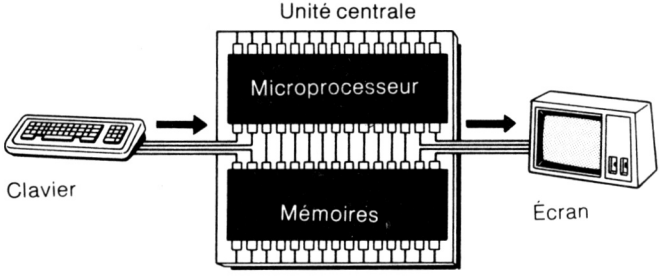
Tout autour du micro-ordinateur

Les périphériques

Nous avons déjà vu que l'on peut communiquer avec un micro-ordinateur en appuyant sur les touches d'un clavier. On dit que le clavier est un *périphérique d'entrée.*

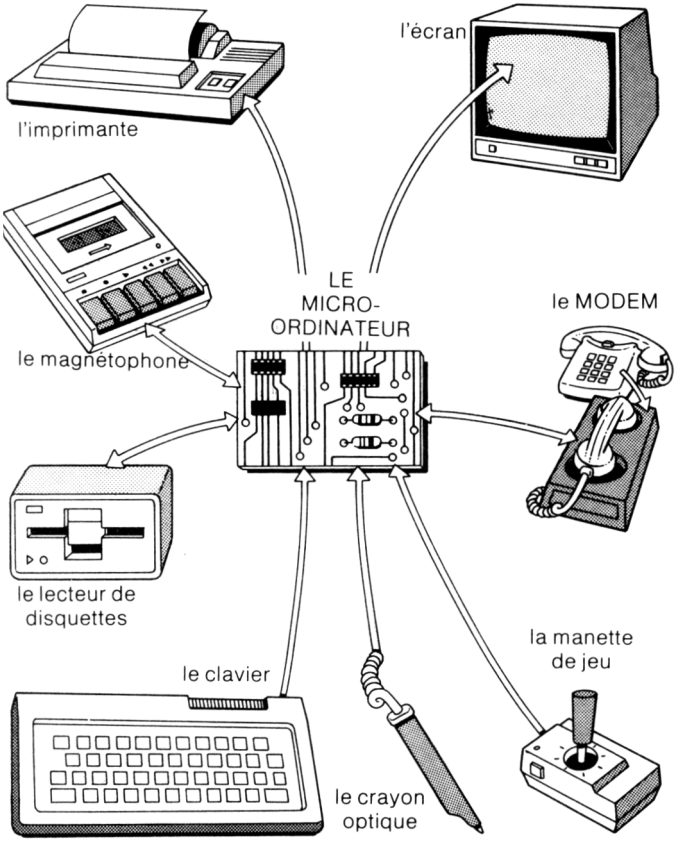
Nous avons vu également que le micro-ordinateur nous transmet ses résultats en les affichant sur un écran. On dit que l'écran est un *périphérique de sortie.*

Entre le clavier et l'écran, le microprocesseur et ses mémoires ont travaillé ensemble.



Il est possible de demander à l'*unité centrale* de s'occuper d'autres périphériques que le clavier et l'écran.

Voici quelques périphériques que l'on peut trouver tout autour d'un micro-ordinateur.



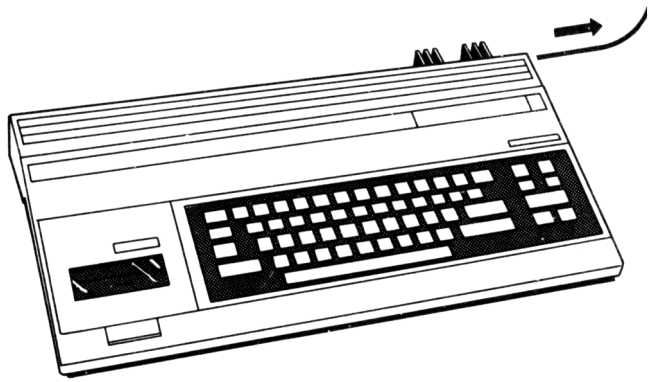
Le magnétophone

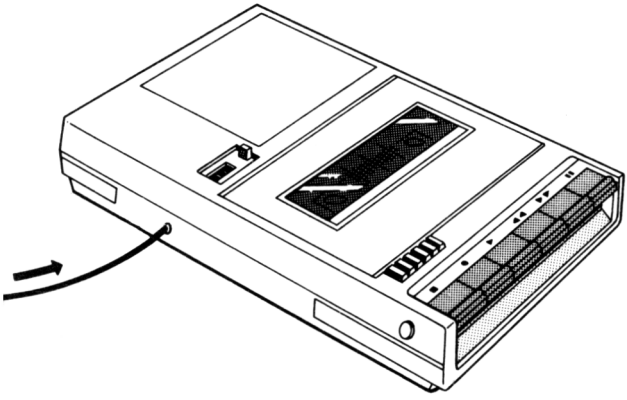
Rappelez-vous ce que nous disions de la mémoire vive : lorsque le courant est coupé, elle se vide entièrement.

Imaginez à présent que vous ayez écrit un magnifique programme de jeu. Les instructions que vous avez utilisées sont rangées dans la mémoire vive. Lorsque vous couperez le courant, tout votre travail disparaîtra, et ce sera bien triste.

Pour éviter cela, il faut ranger votre programme dans une mémoire extérieure au micro-ordinateur et qui sera capable de le conserver. Le magnétophone sur lequel vous passez les cassettes de vos chanteurs préférés peut servir aussi à conserver des programmes ; il augmente la mémoire du micro-ordinateur.

Pour faire passer les octets de la mémoire vive sur la bande d'une cassette, il suffit de connecter





le magnétophone et l'ordinateur par un fil dans lequel les octets vont pouvoir défiler.

Le lecteur de disquettes

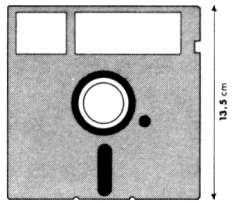
Pour écouter de la musique, on utilise soit un magnétophone, soit un électrophone. Il y a une grande différence entre ces deux appareils :

– Avec le magnétophone, nous pouvons enregistrer une chanson que nous entendons à la radio et la réécouter ;

Avec l'électrophone, nous ne pouvons pas écouter d'autres chansons que celles qui sont gravées sur le disque.

C'est pour cette raison qu'il est impossible d'utiliser un électrophone avec un micro-ordinateur. Il existe un appareil spécial : le *lecteur-enregistreur de disquettes.* Comme le magnétophone, il est capable de lire et d'enregistrer des programmes, mais il coûte beaucoup plus cher car il travaille vite et mieux.

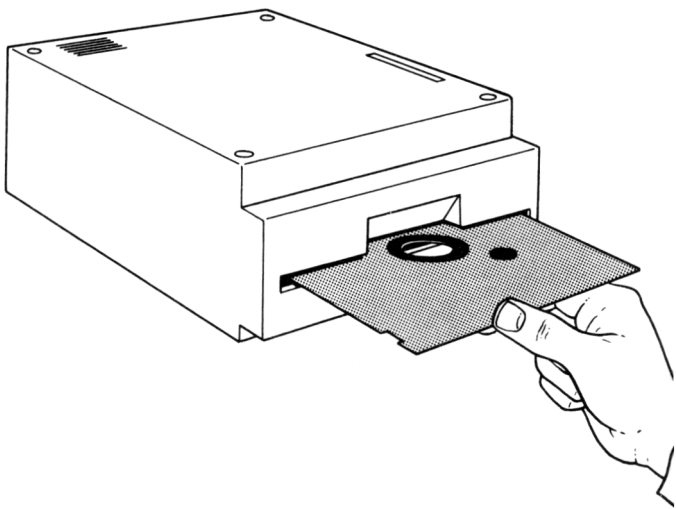
Les disques qu'il utilise sont petits et souples ; ils sont enfermés dans une pochette carrée qui les protège.



Une disquette

Le lecteur se présente comme une boîte métallique assez lourde. La disquette se glisse à l'intérieur par une fente.

Lorsqu'elle est engagée dans le lecteur, la disquette se met à tourner (300 tours par minute). Une tête de lecture assez semblable à celle d'un

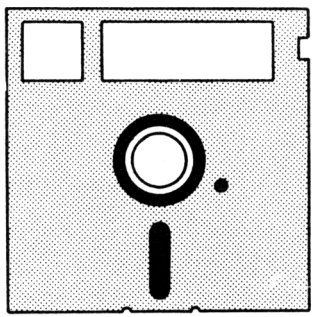


électrophone peut venir lire ou enregistrer à n'importe quel endroit de la disquette.

Le magnétophone et le lecteur de disquettes remplissent la même fonction : ce sont des mémoires de renfort pour le micro-ordinateur. À tout moment, le micro-ordinateur peut aller y chercher des informations. Vous imaginez bien que cette recherche est beaucoup plus facile, donc plus rapide, sur une disquette que sur la bande d'une cassette. La tête du lecteur de disquettes se rend directement à l'endroit voulu alors que le magnétophone doit faire défiler la bande jusqu'à l'endroit où est enregistrée l'information.

Il y a une autre différence entre une cassette et une disquette : c'est leur *capacité,* c'est-à-dire le nombre d'octets que l'on peut y enregistrer.

10 000 octets
soit : 5 pages



300 000 octets
soit : 150 pages

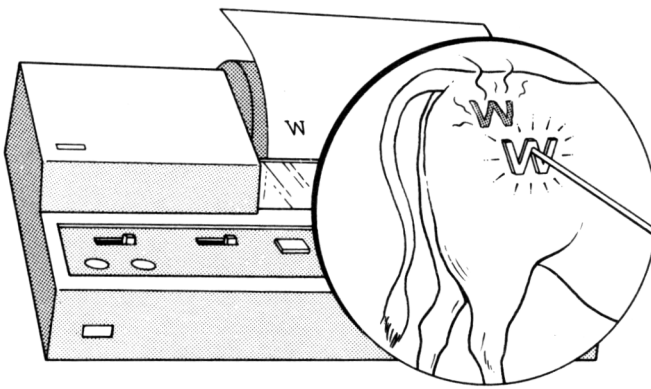
L'imprimante

Comme son nom l'indique, l'imprimante imprime... Elle fait le même travail qu'une machine à écrire, mais elle n'a pas besoin de clavier, car c'est l'ordinateur lui-même qui dicte et donne l'ordre de graver les lettres sur le papier. En général, l'imprimante « écrit » plus vite que n'importe quelle secrétaire.

Il existe plusieurs sortes d'imprimantes. Leurs prix sont très différents suivant qu'elles impriment plus ou moins vite des textes avec de plus ou moins beaux caractères.

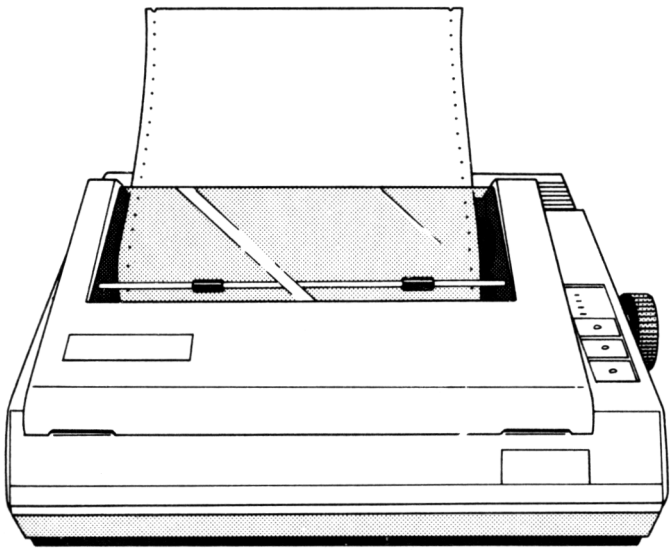
L'IMPRIMANTE THERMIQUE

L'imprimante thermique utilise un ruban de papier spécial qui noircit à l'endroit où il est



chauffé. Les cow-boys font de même lorsqu'ils marquent leur bétail au fer rouge ! Les imprimantes thermiques sont assez lentes, mais ce sont les moins chères.

L'IMPRIMANTE À AIGUILLES



C'est l'imprimante la plus utilisée. Elle est assez rapide, ne coûte pas trop cher, mais fait beaucoup de bruit !

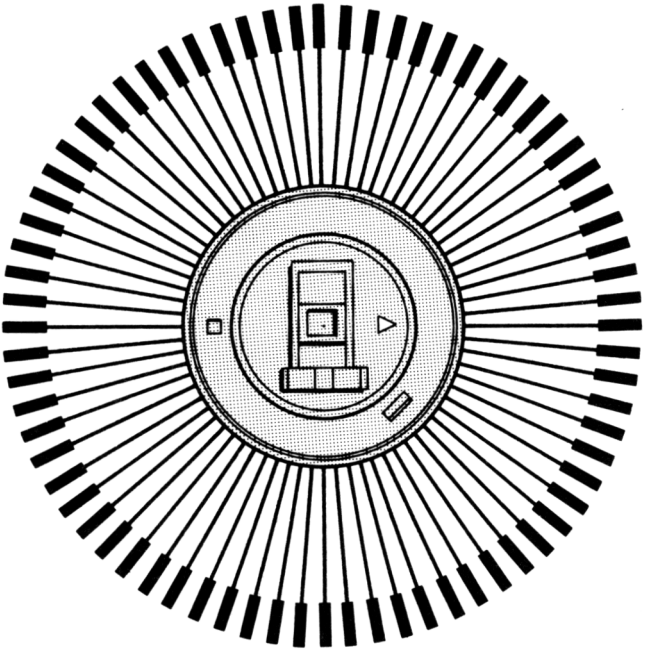
De minuscules aiguilles viennent frapper un ruban encreur pour dessiner chaque lettre, point

par point. Ce système ressemble beaucoup à celui utilisé pour l'affichage sur l'écran de télévision.

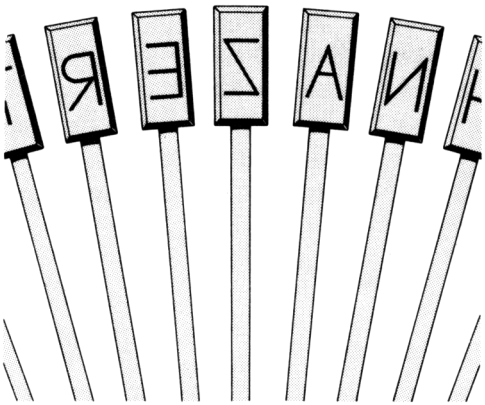
Voici un texte obtenu sur une imprimante à aiguilles. Vous constatez que chaque lettre est dessinée avec des points marqués par les aiguilles.

LOCATE4,11:PRINT

L'IMPRIMANTE À MARGUERITE



Celle-ci ressemble beaucoup à une machine à écrire classique. Mais vous voulez sans doute savoir pourquoi on l'appelle imprimante à marguerite. C'est parce que chaque lettre de l'alphabet est incrite en relief au bout d'une petite tige. Toutes ces tiges réunies forment un objet qui ressemble bel et bien à une fleur.



La marguerite tourne autour de son axe devant un ruban encreur. Lorsqu'une lettre doit être imprimée et qu'elle se trouve dans la bonne position, un petit marteau vient la frapper pour qu'elle laisse sa marque sur le papier.

Cette imprimante est assez lente et assez chère. Mais elle a des avantages importants sur les autres :

– Pour l'utiliser en Chine, il suffit de l'équiper d'une marguerite portant les caractères chinois ;

– La qualité des lettres est bien meilleure qu'avec l'imprimante thermique ou à aiguilles. On peut l'utiliser dans les bureaux pour frapper le courrier.

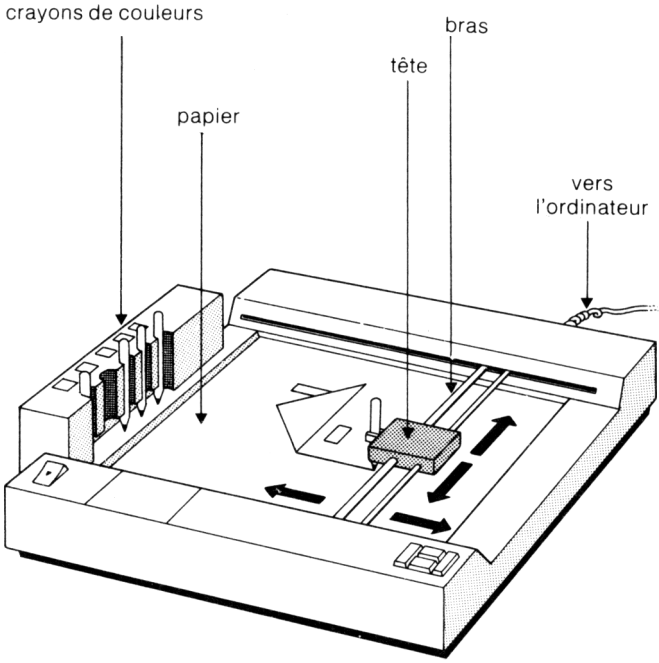
L'IMPRIMANTE À JET D'ENCRE

C'est la plus belle, la plus récente, la plus rapide et donc la plus chère. Elle comporte un petit canon qui projette de fines gouttelettes d'encre sur le papier. Les gouttelettes sont électrisées et déviées par des aimants exactement comme pour le faisceau d'électrons du poste de télévision.

La table traçante

Elle permet de réaliser automatiquement des dessins en couleurs sur papier. C'est l'ordinateur qui dirige toute la manœuvre.

La tête et le bras se déplacent ensemble pour tracer le dessin. Lorsqu'il faut changer de couleur, la tête va ranger le crayon qu'elle porte puis en prend un autre. Tous ces mouvements sont entièrement pilotés par l'ordinateur, et c'est un spectacle très étonnant. Il peut durer assez longtemps si le dessin est compliqué.

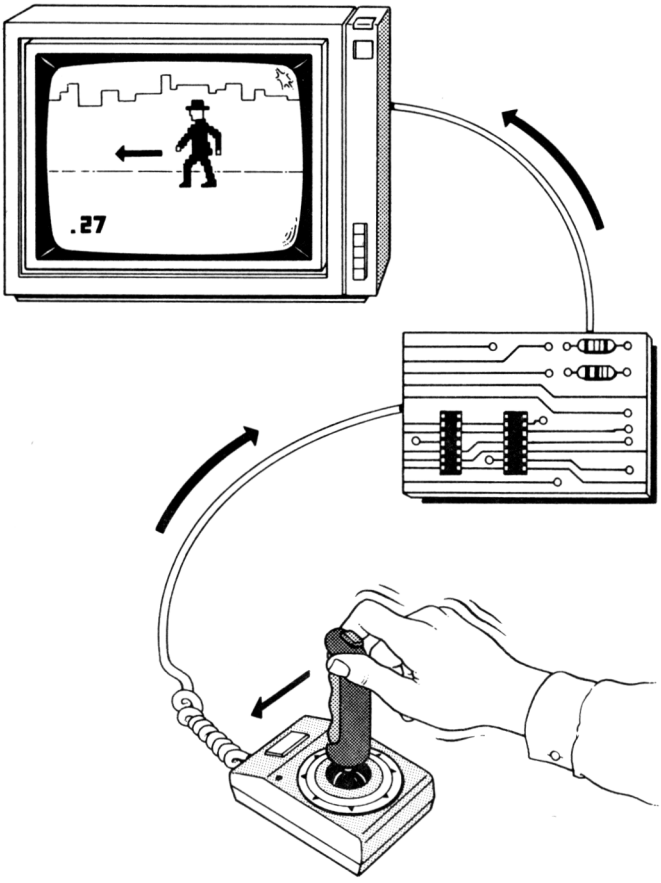


La manette de jeu

La manette de jeu, comme le clavier, est un périphérique d'entrée, c'est-à-dire qu'elle envoie des instructions à l'ordinateur. C'est aussi le périphérique le plus connu des jeunes !

Le principe de fonctionnement d'une manette de jeu est assez simple et vous le connaissez sans doute.

Lorsque vous poussez la manette vers la gauche, il se crée un contact qui indique à l'ordinateur qu'il devra déplacer une figure sur l'écran



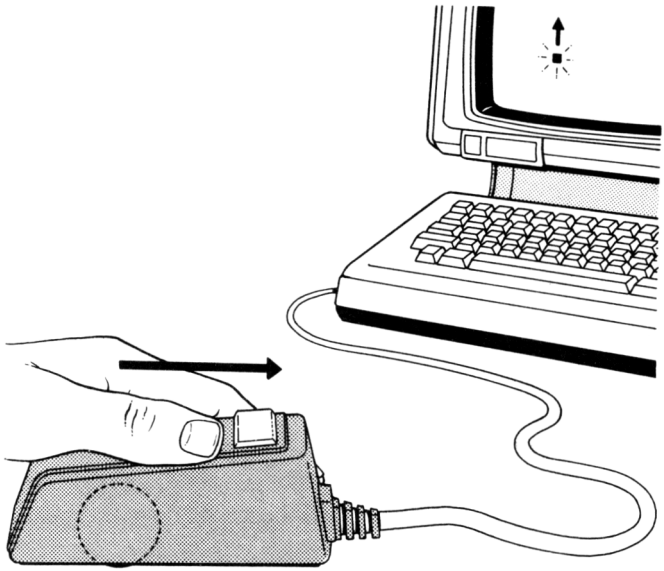
dans la même direction. Si tout se passe bien, c'est-à-dire si l'ordinateur est assez rapide pour transmettre cette instruction à l'écran, vous voyez l'objet ou le personnage se déplacer une fraction de seconde après que vous ayez incliné la manette.

La souris

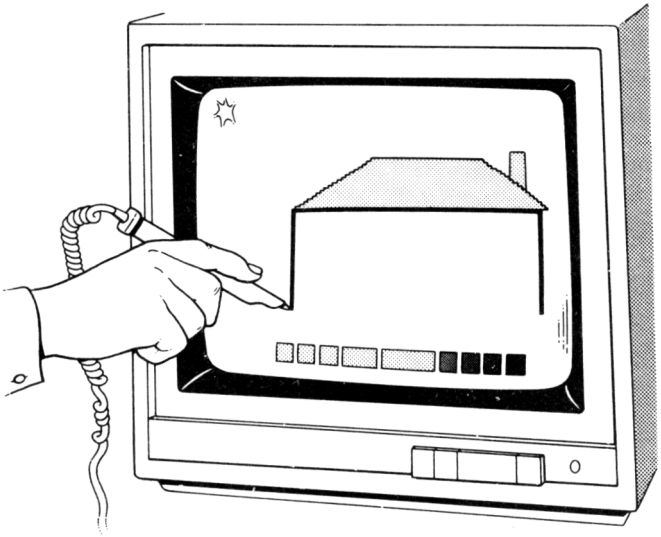
La souris est une autre sorte de manette de jeu. On la place sur un bureau et on la déplace avec la main. Le fil qui la relie à l'ordinateur ressemble à la queue de cette gentille petite bête.

Les mouvements de la souris sont reproduits sur l'écran par un curseur, c'est-à-dire un repère qui indique sa position.

Ce périphérique est utilisé dans les bureaux pour travailler facilement avec les ordinateurs sans avoir à utiliser le clavier.



Le crayon optique



Encore plus étonnant ! Le crayon optique permet de dessiner sur l'écran. L'extrémité du crayon comporte un petit interrupteur sensible à la lumière de l'écran. C'est l'ordinateur qui enregistre la position du crayon et peut allumer un point à cet endroit.

En bas de l'écran se trouvent des petits rectangles de couleur. Vous pouvez y pointer le crayon optique comme si vous plongiez un pinceau dans un pot de peinture, et dessiner ainsi dans la couleur que vous voulez.

Le téléphone

Tous ces périphériques nous ont un peu éloignés du micro-ordinateur. Revenons-y un moment.

Rappelez-vous : toutes les informations qui circulent entre les puces sont simplement une série de 0 et de 1 représentant de très courtes impulsions électriques. Cette longue file de signaux circule dans des fils électriques. L'ordinateur peut en envoyer vers ses périphériques.

Pour assurer une bonne transmission, il est nécessaire de placer entre le micro-ordinateur et chaque périphérique une puce qui va s'occuper de coder et de décoder la longue file des bits. Cette puce s'appelle une *interface*. Elle permet, par exemple, à une imprimante de transformer les messages qu'elle reçoit du micro-ordinateur en une suite de lettres à imprimer.

Les informaticiens ont eu un jour une idée intéressante. Ils voulaient faire communiquer deux ordinateurs entre eux. Pour cela, il fallait les relier par un fil. Mais comme les deux ordinateurs étaient très éloignés, il aurait fallu un fil très long. Ils se sont dit alors : "Pourquoi ne pas utiliser un fil qui existe déjà ? Celui du téléphone ! Il suffira de placer les deux ordinateurs près d'une prise téléphonique, de les brancher, de faire sur l'un le numéro correspondant à la prise de l'autre, et le tour sera joué !"

Ils se sont alors dépêchés de fabriquer une interface qui transforme les signaux venant du micro-ordinateur en des signaux qui peuvent circuler dans les fils du téléphone.

Cette interface s'appelle un *MODEM,* c'est-à-dire un *modulateur-démodulateur :* "moduler" pour envoyer un message, "démoduler" pour le recevoir.

Aujourd'hui, beaucoup d'ordinateurs sont connectés sur le réseau téléphonique. Ils peuvent communiquer entre eux. Les banques, qui utilisent depuis longtemps les ordinateurs, ont été très intéressées par ce système pour relier entre elles toutes leurs agences. C'est alors qu'il commença à se passer des choses étranges...

Un jour, un informaticien qui travaillait sur l'ordinateur d'une grande banque se rendit compte qu'il se produisait des phénomènes bizarres à l'intérieur de la machine : l'ordinateur exécutait des ordres que personne ne lui avait demandés...

Un étranger avait réussi à pénétrer dans l'ordinateur ! C'était le premier piratage informatique ! Notre pirate n'était pas sorti de sa chambre. Il s'était contenté de brancher son micro-ordinateur sur le téléphone, de trouver le numéro de la banque, et, de chez lui, il pouvait ainsi procéder à quelques opérations malhonnêtes. Lorsque les responsables de la banque l'eurent retrouvé, plu-

un pirate des temps modernes

tôt que de le livrer à la police, ils l'engagèrent afin qu'il mette au point pour eux un système de protection efficace et que cette mésaventure ne se renouvelle plus.

Vous imaginez ce qui a pu se passer par la suite. D'autres pirates, plus malins que le premier ont fait "sauter" les verrous de protection, qu'il a fallu renforcer encore. Aujourd'hui, il existe des codes secrets tellement compliqués pour accéder aux ordinateurs centraux que ce sont comme des barrières infranchissables. Mais il ne faut jamais sous-estimer l'obstination d'un pirate informaticien... Le plus étonnant dans cette histoire est que ces pirates des temps modernes ont presque toujours moins de vingt ans...

Dans le film *Wargames* ("les Jeux de la guerre"), un jeune homme de dix-sept ans réussit à pénétrer dans l'ordinateur du Pentagone, c'est-à-dire le quartier général de l'armée américaine. Depuis sa chambre, grâce à un micro-ordinateur et un MODEM, le jeune écervelé donne sans le savoir des instructions pour qu'une guerre se déclenche. Le monde frôle la catastrophe. Heureusement, c'est du cinéma...

Mini-dictionnaire

ASCII : Le code ASCII permet de représenter chaque lettre par un nombre. Il permet à l'ordinateur de manipuler des mots (p. 44).

Binaire : Le système binaire permet d'écrire tous les nombres en n'utilisant que des Ø et des 1. C'est le système utilisé par tous les ordinateurs (p. 14).

Bit : Petite information. Un bit vaut Ø ou 1 : Ø si le courant ne passe pas, 1 s'il passe (p. 14).

Bus : Fils électriques assurant les communications entre les puces (p. 13).

Interface : Puce assurant la communication entre le micro-ordinateur et un périphérique (p. 63).

Logiciel : Branche de l'informatique chargée d'améliorer les relations entre les ordinateurs et les hommes (p. 47).

Mémoire morte : Puce dans laquelle les informations sont inscrites une fois pour toutes. On peut les lire, on ne peut pas les modifier (p. 36).

Mémoire vive : Puce dans laquelle les informations peuvent être modifiées (p. 35).

Microprocesseur :. La puce la plus importante du micro-ordinateur. Elle exécute tous les calculs et range ses résultats dans les mémoires (p. 20).

Modem : Appareil permettant à un ordinateur de communiquer avec d'autres ordinateurs par le réseau téléphonique (p. 64).

Octet : Ensemble de huit bits (p. 33).

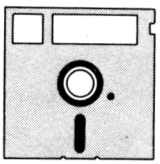
Périphérique : Appareil relié à l'unité centrale et permettant la communication avec les utilisateurs (p. 48).

Péritel : Prise permettant le branchement d'un micro-ordinateur sur un poste de télévision (p. 11).

Pixel : Point lumineux sur un écran (p. 9).

Programme : Ensemble des instructions données par des hommes à un micro-ordinateur (p. 37).

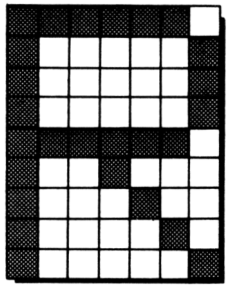
Puce : Circuit intégré monté sur une plaque de silicium (p. 13).



Solutions des énigmes

1. Page 15

A quelle lettre correspond ce message ?



2. Page 18

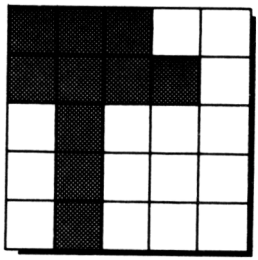
Compter sur ses doigts.

Le nombre 20

Le nombre 27

3. Page 44

Un dessin avec les doigts.



Le bricoleur doit avoir besoin qu'on lui prête un marteau !

---

4. Page 46

Message : "Bienvenue dans le monde des ordinateurs."

Dans la même collection

701 – AVEC LES HOMMES PRÉHISTORIQUES
Louis-René Nougier
Illustrations de Jean-Jacques Cartry

702 – DANS UN VILLAGE GAULOIS
Philippe Brochard
Illustrations de Pierre Brochard

703 – CHEVALIERS ET CHÂTEAUX FORTS
Philippe Brochard
Illustrations de Pierre Brochard

704 – À LA BASTILLE !
Jean-Marie Le Guévellou
Illustrations de Daniel Hénon

705 – AU TEMPS DES DINOSAURES
Jean-Michel Mazin
Illustrations de Grégoire Soberski

706 – FAISONS LE TOUR DU MONDE
Pierre Avérous
Illustrations de l'auteur

707 – PYRAMIDES ET PHARAONS
Viviane Koenig
Illustrations de Grégoire Soberski et de l'auteur

708 – HISTOIRE D'UN VOLCAN
Valérie Massignon
Illustrations de Jean-Jacques Cartry

709 – JEANNE D'ARC
Marie-Véronique Clin
Sous la direction de Régine Pernoud
Illustrations de Véronique Ageorges

710 – À LA DÉCOUVERTE DU FOND DES MERS
Pierre Avérous
Illustrations de l'auteur

711 – UNE VILLE EN CHANTIER
Georges Ata
Illustrations de l'auteur

712 – À LA CONQUÊTE DE L'ESPACE
Laurent Broomhead et Daniel Sassier
Illustrations de Daniel Hénon

717 – MARIE CURIE
Marie-Pierre Perdrizet
Illustrations de Véronique Ageorges

718 – UN SOLEIL ET NEUF PLANÈTES
Philippe de la Cotardière
Illustrations de Daniel Hénon

719 – MARCO POLO
Jacques Josselin
Illustrations de Véronique Ageorges

720 – BALLONS ET DIRIGEABLES
Pierre Balaskovic
et François Moizard
Illustrations de Guy Michel

721 – LES DIEUX DE LA GRÈCE
Remi Simon
Illustrations de Nathaële Vogel

722 – LA RUÉE VERS L'OR EN CALIFORNIE VERS 1850
Patrick Restellini
Illustrations d'Yves Beaujard

725 – LES GRANDES DATES DE L'HISTOIRE DE FRANCE
Daniel Sassier
Illustrations de Patrice Douénat

726 – LA VIE DES FOURMIS
François Dumail et Michel Jay
Illustrations de Michel Jay

729 – 6 JUIN 1944 LE DÉBARQUEMENT
Marc Rosnais
Illustrations de Guy Michel

730 – LES CROISADES
Viviane Kœnig
Illustrations de Georges Grammat

731 – PÔLE NORD PÔLE SUD
P. Laude et C. Cooper
Illustrations de Charlie Cooper

732 – CHARLEMAGNE
Sophie Glarner
Illustrations de Pierre Brochard

733 – POMPÉI UNE CITÉ RETROUVÉE
Monique Amiel
Illustrations de Georges Grammat

734 – AUJOURD'HUI, DES HOMMES À L'ÂGE DE PIERRE
André Fax
Illustrations de Grégoire Soberski

735 – LA MÉTÉO, LE TEMPS ET LES SAISONS
Pierre Kohler
Illustrations de Georges Grammat

736 – LES SAMOURAÏS DANS L'ANCIEN JAPON
Jacques Josselin
Illustrations de Véronique Ageorges

737 – MON PREMIER LIVRE
SUR LES ORDINATEURS
S. Pouts-Lajus - A. Deledicq
Illustrations de Jean-Pierre Lacroux

738 – UN MICRO-ORDINATEUR
ET SES SECRETS
S. Pouts-Lajus - A. Deledicq
Illustrations de Jean-Pierre Lacroux

739 – CHRISTOPHE COLOMB
Martine Sassier
Illustrations de Annie-Claude Martin

740 – DES FERMES DANS LA MER
Pierre Avérous
Illustrations de l'auteur

De nombreux autres
MONDE EN POCHE/NATHAN
sont en préparation

Imprimé en France
Septembre 1984
par l'imprimerie AUBIN - 86000 POITIERS
(P 12989)
Dépôt légal, septembre 1984 - loi du 16 juillet 1949
sur les publications destinées à la jeunesse
N° d'éditeur X 36599

S. Pouts Lajus/A. Deledicq

Un micro-ordinateur et ses secrets

poche nathan

monde en poche

Les micro-ordinateurs poussent comme des champignons. Vous en voyez partout, et ils vous fascinent. Ce qui fait que vous vous posez un tas de questions sur eux : que se passe-t-il à l'intérieur ? Qu'est-ce qu'on appelle des bus ? des puces ? des bits ? Qu'est-ce qu'un microprocesseur ?
Et puis vous aimeriez aussi en savoir plus sur ces machines étonnantes que sont le magnétophone, le lecteur de disquettes, l'imprimante, la manette de jeu, le crayon optique.
Pour cela, vous n'avez qu'à ouvrir ce livre.

Les auteurs : Serge Pouts Lajus et André Deledicq sont tous deux enseignants en mathématiques. Ils ont créé pour les jeunes des didacticiels édités par Vifi-Nathan et ils ont publié de nombreux ouvrages d'informatique.

Monde en Poche : une collection d'ouvrages documentaires clairs, vivants et très illustrés. Les centres d'intérêt répondent aux préoccupations des jeunes à partir de 9 ans.
Un dossier en couleurs accompagne chaque livre.

9 782092 837382

738 ★★

283 738

pierre faucheux **a p f** / atelier nathan